



TITLE:

外傷性脳浮腫の実験的研究

AUTHOR(S):

福山, 精三郎

CITATION:

福山, 精三郎. 外傷性脳浮腫の実験的研究. 日本外科宝函 1954, 23(2): 123-131

ISSUE DATE:

1954-03-01

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/206077>

RIGHT:

日本外科寶函 第23卷 第2号

ARCHIV FÜR JAPANISCHE CHIRURGIE

XXIII. BAND, 2. HEFT, 1. MÄRZ. 1954.

原 著

外傷性脳浮腫の実験的研究

京都大学医学部外科学教室第1講座（荒木千里教授 指導）

大学院学生 福山精三郎

〔原稿受付：昭和28年12月28日〕

EXPERIMENTAL STUDIES ON TRAUMATIC CEREBRAL EDEMA

by

SEIZABURO FUKUYAMA

From the 1st Surgical Division, Kyoto University Medical School
(Director : Prof. Dr. CHISATO ARAKI)

The object of the present study has been to contribute to the knowledge concerning the nature of the condition called "traumatic cerebral edema".

The materials used were the brains of rabbits which had previously succumbed to concussion trauma on the skull (1st group). For the sake of control, the brains of rabbits receiving intravenous injection of distilled water (2nd group), and those of untreated rabbits (3rd group), were also examined.

In the three groups above mentioned, the size and the number (or density) of the nerve cells contained in a certain part of the cerebral cortical layers were determined. Further the size relations between the blood vessels and their perivascular spaces were surveyed.

In the 2nd group, it was found that the number of the nerve cells (taken 100 as a normal standard in the 3rd group) showed a decrease of ca. 14% each in the 3rd and the 5th cortical layers.

In the 1st group, on the other hand, the decrease amount to less than 6% was observed in the 3rd layer and almost no change in number in the 5th layer.

With regard to the size of the nerve cells, enlargement (swelling) $\times 1.18$ and $\times 1.13$ was confirmed in the 3rd and the 5th layers respectively in the 2nd group.

In the group of traumatized brains, the maximum enlargement reached only up to $\times 1.06$. In this group, however, the great majority of capillaries showed a striking tendency toward dilatation — a fact which seems to play a role in the development of intracranial hypertension.

Consequently, it is the author's belief that the osmotherapeutic measures, which have hitherto been generally used, should be reconsidered from different viewpoint.

緒 言

頭部外傷或は脳手術後に屢々観察される頭蓋内圧亢進症状は、出血、炎症、頭蓋骨の陥没等によるものは別として、主に脳の浮腫状態によるものであると称されている。此の所謂外傷性脳浮腫に関する研究報告は極めて多数であるが、之等は二大別する事が出来る。即ち其の一つは、浮腫の病態的研究で、例えば、組織像の追求、或は組織に於ける化学物質の増減又は含水量の増減を云々するものであり、他の一つは滲透圧を基礎として、異張液の脳圧に及ぼす影響に就て、主として、治療の見地より論議するものである。之等の何れの場合に於ても、浮腫の組織学的研究は、極めて重要な位置を占めるのであるが、浮腫と云う状態は、概ね可逆的变化であると共に、組織標本作製過程に於ける種々の物理化学的变化の影響を容易に蒙り、ために、真実の組織像が歪められ易く、解釈が困難になってくるのである。

本研究に於ても、通例の方法により組織標本作製したが、組織像の追求よりも、大脳皮質の特定部に於ける神経細胞の密度、神経細胞の大きさ、又血管とその周囲腔の直径が如何に変化するかを、専ら数量的に調査した。勿論かゝる数値も標本作製過程中的の影響を避け得ないが、後述の訂正係数を用いて、新鮮状態に換算して検討を加えた。

これによつて、脳浮腫の本態解明に一步の前進を企図した次第である。

実験方法

実験動物としては、体重2000g乃至2500g前後の健康家兎を用い、実験の1週間前より豆腐粕を以て飼養し、実験当日は絶食せしめた。之等の家兎の後頭部に骨折を起さない程度の鈍的外傷（重さ500gの物体を50cm乃至60cmの高さより、家兎の後頭部に落下せしめる）を与えた後、両側頸動脈を同時に切断放血屠殺し、鼠頭の上、脳を第4脳室後端の部で切断剔出し、後述の計測を行い、Bouin氏液に投入、24時間固定した後、所定の方法により、組織標本作製した。対照として、正常脳及び体重1kg当り20及至60ccの蒸留水を静脈内へ注入して得た水脳を用いた。

1. 計測法：杉田直樹氏が1918年及び1919年に発表した“Comparative Studies on the Cerebral Cortex”なる論文中に記載されている生物学的計測法を用い

た。即ち、剔出した脳を、ガラス平板上に静置して、其の重量を秤量した後、各部位の横径、縦径、高さを測定するのであるが、本実験では、視束交叉部の中点を通る前額断面の横径AB（以下略号WBで示す）を計測した（Fig. 1）。此の横径WBは少くも3回測定して、其の平均値を出した。本実験に於ては、WB以外の測定値は関係がないので以下記載しない。

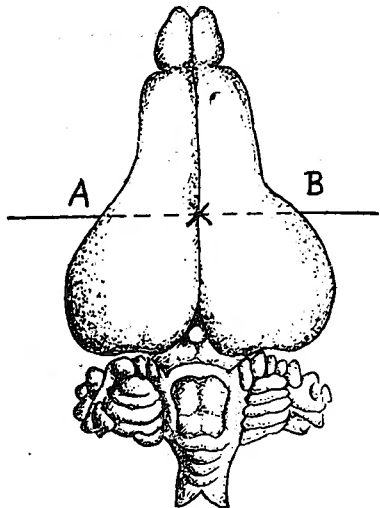


Fig. 1

2. 組織標本作製：WBの測定を成可く手早く済ませた後、脳をガラス平板上に静置した儘、Bouin氏液に投入、24時間固定して、視束交叉部を含む厚さ約5mmの前額断片をとり、充分水洗した後、凍結法により、厚さ25μの連続切片を作製し、更に充分水洗した後、Nissl氏法により染色を行い、ツエーデル油に封入し、此の組織標本に就て、前述のABを同一部位で測定し、此をWB'とする。Bouin氏液を固定液として用いたのは、他の固定液に比し、神経細胞の変形、収縮が少いたためである。又凍結法によつたのは、此の方法が標本に対する物理化学的影響が最も少いと考えたからである。

3. WB, WB', WB/WB'の測定値：正常脳、水脳、外傷脳各5例に就て得た数値は、第1表の如くである。本表で明らかである様に、正常脳では、No. 10以外の症例では、WB/WB'の数値は1.28乃至1.29である（No. 10は標本作製時、脱染、脱水に長時間をかけたものである）。此が水脳では、著明に大となり、1.33乃至1.37であり、外傷脳では、1.31乃至1.34である。

第1表

	家兎 番号	体重 g	脳重量 g	WB mm	WB' mm	WB/ WB'
正常脳	7	1900	9.305	28.8	22.3	1.29
	9	2100	10.535	24.6	19.0	1.29
	10	2200	9.140	26.2	19.7	1.33
	13	2300	10.055	27.5	21.5	1.28
	58	2180	9.370	27.3	21.3	1.28
水 脳	5	1760	9.185	26.9	19.6	1.37
	6	2200	9.725	28.2	20.6	1.37
	8	2050	9.765	29.3	22.0	1.33
	12	2000	9.755	26.0	19.5	1.33
	59	2500	10.325	28.3	21.1	1.34
外傷脳	51	2140	9.270	26.8	20.0	1.34
	52	1860	8.395	25.5	19.5	1.31
	54	2660	9.575	25.7	19.6	1.31
	56	2700	9.400	28.0	21.2	1.32
	57	2350	8.910	26.2	19.8	1.32

此の WB/WB' は、新鮮状態から標本に至る収縮率を表わすもので、標本より得た数値を新鮮状態に換算する際の訂正係数 (Correction Coefficient) として使用するものである。以下訂正係数は略号 C.C. を以て示す事にする (猶、計算はすべて4捨5入で行う)。

4. 計測部位: Fig. 2 の如く組織標本の左大脳半球の上1/2部の大脳皮質第3層に於ける錐体細胞, 第5層に於ける神経節細胞の大きさと、夫等神経細胞の核の大

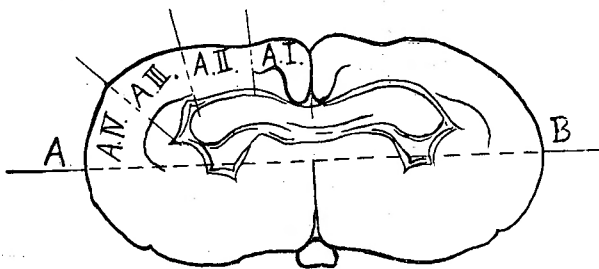


Fig. 2

さを測定すると共に、単位体積中に存する之等の細胞の数と、此の皮質領域に存する血管の直径及びその周囲腔の直径を測定した。観察の便宜上、此の領域を4分割し、内側より順次に領域 I. II. III. IV. (略号 A. I., A. II., A. III., A. IV.) とした。

5. 使用顕微鏡: 顕微鏡は Olympus U. C. E. 号で

ある。接眼鏡はすべての場合に、6×を用い、此には、接眼鏡測微計を装用して、細胞体、核、血管、その周囲腔に就き、夫々の大きさを測定し、細胞数の計算には、1.5 mm 方眼の網状測微計を使用した。接物鏡 40×を用い鏡筒長 170mm とした時、此の網状測微計の4方眼が、標本上で丁度 100μ 平方となる様に予め算定して製作したものである (此の4方眼を以て1区劃とする)。大きさの測定には、接物鏡 40×、時に 100×を使用した。猶、本顕微鏡の比価は、鏡筒長 170mm で、接眼鏡測微計の1度目が、接物鏡 40×で、3.5μ, 100×で、1.4μ に当る。

6. 細胞密度の計算法: 標本上、隣接4区劃 (16方眼) に含まれる細胞数を以て、其の標本の皮質 100μ 立方中に存する細胞密度とした。このためには、標本の厚さが 25μ でなければならぬ勘定であるが、実際には標本を正確に 25μ の厚さに作製する事は困難であり、仮令、それが出来ても、細胞の観察には厚すぎて不便であるので、大体 20μ 前後の厚さに標本を作製し、微動螺絲により、標本の厚さを正確に測定した後、其の不足分を補正した。

計測の実施に当つては、A.I. の内側より開始し、順次標本を 100μ 宛移動させて、各領域に就て、40乃至60個所の細胞数を読み、各領域毎に4区劃 (16方眼) の平均を出し、厚さの不足による補正をなし、更に4領域全体の平均値を出し、之を以て、其の家兎の標本上に於ける大脳皮質 100μ 立方中の細胞数とした。此を新鮮状態に換算するには、次の数式による。

$$\text{標本上の細胞密度} \times (1/\text{c.c.})^3$$

$$= \text{新鮮状態に於ける細胞密度}$$

猶、細胞数の読みに当つては、血管のある部を成可く避け、細胞は核の明らかなものを選んだ。

7. 細胞及び核の大きさの測定法: 各領域 A. I.—A. IV. に於て、一見して大きさの目立つ細胞で、細胞体、核共に明瞭なものを選び、其の細胞の縦径 (A)、横径 (B) 及び核の縦径

(A'), 横径 (B') を夫々測定した。細胞及び核の大きさは、 \sqrt{AB} 、及び $\sqrt{A'B'}$ を以て代表させる事にした。各領域、各層に於て、30乃至50個の細胞をこのようにして測定し、この中最大のものより順次に10個を選び、その平均を以て、各領域の細胞 (正確には大型細胞) の大きさとした。但し核に就ては、前記10個の細胞

の有する核の大きさを測定した。而して、各領域10個宛の平均値の合計を4等分した数値を以て、その症例の細胞の平均の大きさとした。 $\sqrt{A \cdot B}$, $\sqrt{A' \cdot B'}$ は標本上の数値で、新鮮状態に於ける数値は、各々 $\sqrt{A \cdot B} \times C.C.$, $\sqrt{A' \cdot B'} \times C.C.$ となる。

8. 血管及びその周囲腔の測定法：大脳皮質に存在する血管の直径及びその周囲腔の直径と、同一標本の同一血管に就て、少くも3ヶ所で測定し、血管に対する周囲腔の比を求めた。血管はその最大横径で切断されていると思われるもののみに就て、測定を実施した。かゝる条件で測定し得る血管の数は多くないので、各領域毎に測定をなさず、全領域に於ける測定可能な血管に就て行い、その平均値を出した。此の場合には、血管対その周囲腔の直径の比であるから、C.C.を乗ずる必要はない。

実験成績

正常脳、水脳、外傷脳とも5例宛の実験成績を示すが、測定値より訂正値を得る迄の計算経過を示すために正常脳の第1例(No.7)を示し、他の例に於ては、繁雑を避けるために、実測値と訂正値だけを示す事にする。

第2表

家 兎	領 域	細 胞 数	標本の厚さ	厚さの補正をなした細胞数	新鮮状態への訂正値
No. 7	A. I.	184	19.4 μ	$184 \times \frac{25}{19.4} = 237$	$237 \times \frac{1}{2.15} = 110$
	A. II.	130	19.4	$130 \times \frac{25}{19.4} = 168$	$168 \times \frac{1}{2.15} = 78$
	A. III.	117	19.2	$117 \times \frac{25}{19.2} = 152$	$152 \times \frac{1}{2.15} = 71$
	A. IV.	112	19.5	$112 \times \frac{25}{19.5} = 144$	$144 \times \frac{1}{2.15} = 67$
平 均				175	82

第3表

家 兎	領 域	細 胞 数	標本の厚さ	厚さの補正をなした細胞数	新鮮状態への換算値
No. 7	A. I.	61	19.5 μ	$61 \times \frac{25}{19.5} = 78$	$78 \times \frac{1}{2.15} = 36$
	A. II.	72	19.2	$72 \times \frac{25}{19.2} = 94$	$94 \times \frac{1}{2.15} = 44$
	A. III.	64	19.6	$64 \times \frac{25}{19.6} = 82$	$82 \times \frac{1}{2.15} = 38$
	A. IV.	70	19.4	$70 \times \frac{25}{19.4} = 90$	$90 \times \frac{1}{2.15} = 42$
平 均				86	40

I. 細胞密度

1. 正常脳に於ける神経細胞密度

(1) 正常家兎 No.7 大脳皮質第3層に於ける神経細胞密度(第2表)

即ち、正常家兎 No.7 の大脳皮質第3層に於ける神経細胞密度は、100 μ 立方に就き、実測値 175, 新鮮状態に換算すると82である。

(2) 正常家兎 No.7 大脳皮質第5層に於ける神経細胞密度(第3表)

斯くして、正常家兎5例の大脳皮質第3層、第5層に於ける神経細胞密度は第4表の如くなる。

2. 水脳に於ける神経細胞密度(第5表)

3. 外傷脳に於ける神経細胞密度(第6表)

以上の第4, 5, 6表より、正常脳に於ける平均密度を100として、水脳、外傷脳の平均密度の百分率を出して見ると、第7表の如くである。

II. 神経細胞及び核の大きさ

1. 正常脳に於ける神経細胞と核の大きさ

(1) 正常家兎 No.7 大脳皮質第3層に於ける神経細胞と核の大きさ(第8表)

(2) 正常家兎 No.7 大脳皮質第5層に於ける神経細胞と核の大きさ(第9表)

第4表

家兎 番号	c.c.	(1/c.c.) ³	第3層		第5層	
			実測値	訂正值	実測値	訂正值
7	1.29	1/2.15	175	82	86	40
9	1.29	1/2.15	184	86	76	35
10	1.33	1/2.35	202	86	87	37
13	1.28	1/2.1	180	86	77	37
58	1.28	1/2.1	177	84	76	36
平均			184	85	80	37

第5表

家兎 番号	c.c.	(1/c.c.) ³	第3層		第5層	
			実測値	訂正值	実測値	訂正值
5	1.37	1/2.57	196	76	81	32
6	1.37	1/2.57	189	74	89	35
8	1.33	1/2.35	174	74	79	34
12	1.33	1/2.35	164	70	69	29
59	1.34	1/2.41	167	69	77	32
平均			178	73	79	32

第6表

家兎 番号	c.c.	(1/c.c.) ³	第3層		第5層	
			実測値	訂正值	実測値	訂正值
51	1.34	1/2.41	193	80	87	36
52	1.31	1/2.25	190	84	85	38
54	1.31	1/2.25	180	80	81	36
56	1.32	1/2.3	181	79	90	39
57	1.32	1/2.3	178	77	90	39
平均			184	80	87	38

第7表 第3層

	c.c.	(1/c.c.) ³	実測値	訂正值	百分率
正常脳	1.28~1.33	$\frac{1}{2.1} \sim \frac{1}{2.35}$	184	85	100%
水脳	1.33~1.37	$\frac{1}{2.35} \sim \frac{1}{2.57}$	178	73	85.9%
外傷脳	1.31~1.34	$\frac{1}{2.25} \sim \frac{1}{2.41}$	184	80	94.1%

第5層

	c.c.	(1/c.c.) ³	実測値	訂正值	百分率
正常脳	1.28~1.33	$\frac{1}{2.1} \sim \frac{1}{2.35}$	80	37	100%
水脳	1.33~1.37	$\frac{1}{2.35} \sim \frac{1}{2.57}$	79	32	86.5%
外傷脳	1.31~1.34	$\frac{1}{2.25} \sim \frac{1}{2.41}$	87	38	102.7%

第8表 (i) 正常家兎 No.7 第3層 A.I. に於ける細胞, 核の大きさ (実測値)

	細胞			核		
	A μ	B μ	\sqrt{AB}	A' μ	B' μ	$\sqrt{A'B'}$
1	21.0	15.4	18	14.0	9.8	11.7
2	22.4	14.0	18	11.2	9.8	10.4
3	19.6	15.4	17.4	14.0	11.9	12.9
4	21.0	14.7	17.3	12.6	11.2	11.9
5	21.0	14.0	17.1	14.0	9.8	11.7
6	21.0	14.0	17.1	12.6	10.5	11.5
7	21.0	14.0	17.1	12.6	11.2	11.9
8	21.0	14.0	17.1	10.5	9.8	10
9	18.2	15.2	16.7	14.0	9.8	11.7
10	19.6	14.0	16.6	12.6	10.5	11.5
平均			17.2			11.5

(ii) 各領域に於ける平均実測値と訂正值

領域	細胞 実測値 \times c.c. = 訂正值	核 実測値 \times c.c. = 訂正值
A. I.	$17.2 \times 1.29 = 22.2$	$11.5 \times 1.29 = 14.8$
A. II.	$16.8 \times 1.29 = 21.7$	$10.5 \times 1.29 = 13.8$
A. III.	$16.9 \times 1.29 = 21.8$	$10.6 \times 1.29 = 13.7$
A. IV.	$16.6 \times 1.29 = 21.4$	$10.6 \times 1.29 = 13.7$
平均	16.9	10.8

第9表 (i) 正常家兎 No.7 第5層 A.I. に於ける細胞と核の大きさ (実測値)

	細胞			核		
	A μ	B μ	\sqrt{AB}	A' μ	B' μ	$\sqrt{A'B'}$
1	25.2	18.2	21.4	14.0	14.5	12.1
2	28.0	15.4	20.8	14.0	11.2	12.5
3	23.8	18.2	20.8	13.3	11.2	12.1
4	25.2	16.8	20.6	14.0	9.8	11.7
5	23.8	18.2	20.6	13.3	10.5	11.8
6	23.8	18.2	20.6	14.0	8.4	10.8
7	28.0	16.1	20.5	15.4	10.5	12.7
8	23.8	16.8	20	12.6	9.8	11.1
9	22.4	16.8	19.4	14.7	9.8	12
10	23.8	15.4	19.1	13.3	9.8	11.4
平均			20.4			11.8

(ii) 各領域に於ける平均実測値と訂正值

	細胞		核	
領域	実測値×c.c.=訂正值		実測値×c.c.=訂正值	
A. I.	20.4×1.29=26.3		11.8×1.29=15.2	
A. II.	19.8×1.29=25.5		11.8×1.29=15.2	
A. III.	19.2×1.29=24.8		11.4×1.29=14.7	
A. IV.	18.9×1.29=24.4		11.3×1.29=14.5	
平均	19.6	25.3	11.6	14.9

正常脳5例に於ける細胞と核の大きさは第10表の如くである。

2. 水脳に於ける神経細胞と核の大きさ (第11表)

3. 外傷脳に於ける神経細胞と核の大きさ (第12表)

以上の第10, 11, 12表より, 正常脳の神経細胞及び核の大きさを1として, 水脳及び外傷脳の平均値と比較すると, 第13表の如くである。

Ⅲ. 血管及びその周囲腔の測定値 (数値はすべて, 血管の直径に対する周囲腔の直径の比

第 10 表

		第 3 層				第 5 層			
		細胞		核		細胞		核	
家兎番号	c.c.	実測値	訂正值	実測値	訂正值	実測値	訂正值	実測値	訂正值
7	1.29	16.9	21.8	10.8	14.0	19.6	25.3	11.6	14.9
9	1.29	18.1	23.4	10.8	14.0	21.4	27.6	11.5	15.4
10	1.33	18.0	24.0	11.1	14.8	20.5	27.5	12.0	15.8
13	1.28	18.4	23.6	11.5	14.4	21.9	27.9	12.2	15.6
58	1.28	17.1	22.5	10.9	14.0	20.1	25.8	11.9	15.2
平均		17.8	23.1	11.0	14.2	20.7	26.8	12.2	15.4

第 11 表

		第 3 層				第 5 層			
		細胞		核		細胞		核	
家兎番号	c.c.	実測値	訂正值	実測値	訂正值	実測値	訂正值	実測値	訂正值
5	1.37	19.6	26.9	11.9	16.3	23.2	31.8	12.9	17.7
6	1.37	20.5	28.0	11.7	16.1	23.5	31.9	13.0	17.8
8	1.33	20.0	26.5	11.7	15.5	21.0	27.9	12.8	17.1
12	1.33	20.6	27.3	11.9	16.0	23.1	30.7	13.0	17.2
59	1.34	20.6	27.6	11.4	15.3	23.1	29.8	12.7	17.0
平均		20.3	27.3	11.7	15.8	22.6	30.4	12.9	17.4.

第 12 表

		第 3 層				第 5 層			
		細胞		核		細胞		核	
家兎番号	c.c.	実測値	訂正值	実測値	訂正值	実測値	訂正值	実測値	訂正值
51	1.34	18.5	24.8	11.1	14.9	22.0	29.6	12.9	17.2
52	1.31	18.3	23.7	11.1	14.6	21.5	28.0	12.3	16.3
54	1.31	19.1	24.9	11.2	14.7	22.9	30.0	13.1	17.6
56	1.32	18.4	24.4	10.8	14.3	21.0	27.5	11.8	15.6
57	1.32	18.1	23.9	11.3	14.9	20.7	27.3	12.0	15.8
平均		18.5	24.3	11.1	14.7	21.6	28.5	12.4	16.5

第 13 表

第 3 層

	c.c.	細 胞			核		
		実 測 値	訂 正 値	比 率	実 測 値	訂 正 値	比 率
正 常 腦	1.28~1.33	17.8	23.1	1	11.0	14.2	1
水 腦	1.33~1.37	20.3	27.3	1.18	11.7	15.8	1.11
外 傷 腦	1.31~1.34	18.5	24.3	1.05	11.1	14.7	1.03

第 5 層

正 常 腦	1.28~1.33	20.7	26.8	1	12.2	15.4	1
水 腦	1.33~1.37	22.6	30.4	1.13	12.9	17.4	1.13
外 傷 腦	1.31~1.34	21.6	28.5	1.06	12.4	16.5	1.07

を以て表わした.)

1. 正常脳に於ける血管とその周囲腔の比率 (第14表)

2. 水脳に於ける血管とその周囲腔の比率 (第15表)

第 14 表

家兎番号	比 率
7	1.65
9	1.64
10	1.74
13	1.42
58	1.6
平 均	1.61

第 15 表

家兎番号	比 率
5	2.59
6	2.83
8	2.78
12	3.32
59	3.24
平 均	2.95

3. 外傷脳に於ける血管とその周囲腔の比率 (第16表)

第14, 15, 16表の平均値を比較すると第17表の如くである。

第 16 表

家兎番号	比 率
51	1.36
52	1.5
54	1.6
56	1.39
57	1.78
平 均	1.53

第 17 表

	比 率
正 常 腦	1.61
水 腦	2.95
外 傷 腦	1.53

第 18 表

家兎番号	第 3 層	第 5 層
51	94.1 %	96.2 %
52	98.8 %	102.7 %
54	94.1 %	97.3 %
56	92.9 %	105.4 %
57	90.6 %	105.4 %

之等の減少例に就ては、外傷の程度が強く第5層迄その影響が及んで、浮腫状態を来したからであると考えられるが、増加例では浮腫を第5層に來していないのであつて、此等の例では、皮質表層のみの浮腫、即ち廻転性 shear strain なる現象が最も典型的に現われていると解釈される。

考 察

以上の実験成績を総括し、考察を加うるに、外傷脳に於ける平均細胞密度は、正常脳のそれに比較して、第3層では、約6%弱の減少を示しているが、第5層

併し、細胞密度の増加している例は如何に説明されるべきか。之については後段に於て述べる。

細胞の大きに関しては、正常脳の細胞の大きさを1とすると、第13表の如く、水脳では、第3層で1.18倍、第5層で、1.13倍と著明な増大率を示しているが、外傷脳では、第3層で、1.05倍、第5層で、1.06倍で、その増大率は比較的小である。之は、水脳の浮腫は低滲透圧水分が脳組織内に浸漬したためのものなるに對し、外傷脳の浮腫は滲透圧以外の原因に基くためと考えられる。唯、第5層で細胞が若干でも増大している事が浮腫状態に原因するものとすれば、前述、細胞密度の平均値よりすると、第5層には、浮腫状態のない事と相反してくる訳である。併し第5層で、最も細胞密度の小さい例即ち、浮腫状態の強い例は、第51例と第54例であつて、此の2例に於ける細胞の大きさは、第12表で明らかな様に、29.6と30.0で5例中の1位と2位を占め正常細胞に対する平均比率1.06倍を上廻る1.1倍、1.12倍を示し、平均値の増大率を大きくする一因となつてゐるのである。又、本実験に於ける測定に當つて、細胞密度は血管の分布の少ない部位で行い、細胞の大きさに就ては、各領域中で細胞の最も大なるものより10個を選んだのであつて、局部的に考えると血管の周囲にある細胞がその他の部位にある細胞より影響を受け易くて、大きくなつた結果であろうと考えられる。

核に就ては、最大の細胞10個に属する核の平均の大きさであつて、最大の核10個を選んだ数値ではないが、何れも増大を示している。

血管とその周囲腔との大きさの比率は、第17表の如く、平均値に於て水脳では、2.95で正常のものゝ2倍近くであるが、之は組織像を一見しただけでも明らかであつて、血管は著しく収縮し、血管周囲腔は極端に拡張しており、外傷脳では、その平均値は1.53で正常脳の1.61よりも小である。此の場合の組織像として血管は著しく拡張し、周囲腔はために狭くなつてゐる。かゝる組織所見は、Scheinkerが既に指摘している如く、小静脈、毛細管の鬱血、充血を示すものであり、程度が強ければ、血球、血漿の血管外への流出を来し、血漿の濾出の高度のものでは、勿論周囲腔も大で、正常のものよりその比は大となつてゐる。かゝる血管拡張の状態が外力の強さに比例して高度になるものであると考えれば、表層に存在する血管程大きな影響を受ける訳であるから、単に血管の拡張に止まらず血漿の濾

出を招来して、細胞間隙は大となり、単位体積中の細胞密度は減少してくる事になる。第5層に於ては、外力の影響が大であれば、勿論細胞間隙への血漿の浸潤を来すが、外力が小であれば、血管の拡張のみに止るか、或は殆ど変化を来さぬと考えられる。此の血管の拡張のみに止る時は、之等の血管の間に存在する組織は、血管壁の圧力により、血管周囲腔と云う緩衝地帯があつても尚且つ多少とも圧迫されて、組織は若干緻密となり、細胞間隙は小となつて、細胞密度は大となつてくる訳である。斯く考えれば、前述の第52、56、57例の第5層細胞密度の増大している事の説明がつくと思われる。そして又、此の3例の第5層の細胞の大きさが、第12表の如く、5例中最も小である事とも一致してくるのである。

即ち鈍的頭部外傷に際しては、血管は外傷強度なれば断裂し、外傷がそれより稍々弱ければ血管は高度の拡張の結果血球、血漿の流出を来し、外傷が更に弱ければ、単に拡張のみに止まり、輕微の外傷では無影響と云う4段階の態度を示すものと考えられる。

外傷脳に於ける血管のかゝる拡張が果して如何なる転機によるかは今断定出来ないが、機械的の刺激が一つの原因をなしていると考えられる。Krügerが1側開頭後に、その側の脳流血量の増加する事を証明しているが、之も手術と云う機械的の刺激による血管拡張に1原因があると考えられる。

結 論

1. 頭部に鈍的外傷を与えた家兎脳5例に就て、その大脳皮質第3層、第5層の細胞密度、細胞の大きさ、更に血管とその周囲腔の直径を生物学的計測法により測定し、併せて、正常脳及び水脳の測定値と對比検討した。

2. 測定の結果、外傷により第3層細胞密度は例外なく減少し、第5層では、減少2例、増加3例を認めた。細胞の大きさの増加は輕微であるが、少くも大きな減少を来すものはない。血管は拡張するために、その周囲腔との比は平均して正常脳に比べ小である。

以上より、外傷性脳浮腫と称される状態は、血管に対する外力の作用が血管の拡張、惹いては血漿の濾出を来し、之が細胞間隙に浸潤する事により起るものと考えられるから、外傷性或は術後性頭蓋内圧亢進状態では血管の拡張と、血漿の濾出が重大な役割を演じていると結論されてくる。

従つて、従来行われていた脱水療法は単に滲透圧的観念を基礎としたものであつて、外傷性脳浮腫の本態を是正するものではないから、之を無批判的に実施する事は注意を要すると考えられる。

脱稿するに当り、終始御懇篤なる御指導と御校閲を賜つた恩師荒木教授に深い感謝を捧げる。尙又、本研究は文部省科学研究費の補助を受けた事を附記して謝意を表する。

参 考 文 献

- 1) Browder; Dangers in the Use of Hypertonic Solution in the Treatment of Brain Injuries. *Am. J. Surg.*, 1213, 1930. 2) Crinis, Max, de.; Über die Hirnschwellung. *Zbl. Neur.*, 161; 149, 1930.
- 3) Denny Brown, D., and Russel, W.R.; Experimental Cerebral Concussion. *Brain*, 64; 93, 1941.
- 4) Fünfgeld, E.; Hirnschwellung u. Hirnödém. *Zbl. Chir.*, 2994, 1936. 5) Hans, Berger; Untersuchungen über den Zellgehalt der menschlichen Grosshirnrinde. *Z. f. d. g. Neurol. u. Psychiatr.*, 69; 1921. 6) Häussler, Georg; Über Hirnschwellung bei Hirntumoren in Ausschluss an Schädeltraumen. *Zbl. Neur.*, 165; 300, 1939. 7) Häussler, Georg; Hirndruck, Hirnödém—Hirnschwellung. *Zbl. Neur.*, 165; 300, 1939. 8) Hoff, Hans u. Leopold Schönbauer; Über das postoperative Hirnödém. *Dtsch. Med. Wschr.*, 1; 786, 1935. 9) Holbourn, A. H. S.; Mechanics of Head Injuries. *Lancet*, 2; 438, 1943. 10) Jaburck, L.; Hirnödém u. Hirnschwellung bei Hirngeschwülsten. *Arch. f. Psychiatr.*, 104; 518, 1936. 11) Jakob, A., Nissl-Alzheimer; Histolog. u. histopath. Arbeiten über die Grösshirnrinde. *Jena*, 5; 182, 1912. 12) Jakob, A.; Normal u. patholog. Anatomie u. Histologie des Grosshirns. *Handb. d. Psychiatr., Allg. Teil*, 1929. 13) Jorns, G.; Über das Hirnödém. *Zbl. Neurochir.*, 2; 58, 1937. 14) Jorns, G.; Hirnschwellung u. Hirnödém. *Chir.*, 8; 437, 1936. 15) Kalbfleisch, H.H.; Über die Commotio cerebri u. andere Folgen stumpfer Schädeltraumen. *Münch. med. Wschr.*, 2; 769, 1940. 16) Korst; Das traumatische Ödem u. die Schwellung des Gehirns. *Chirurgie*, 6; 36, 1940.
- 17) Krüger; *Dtsch. Z. Chir.*, 248; 708, 1937. 18) Kusserow, Hans-Jochen; Zur Frage der traumatischen Apoplexie. *Zbl. inn. Med.*, 129; 1940. 19) Linell, E. A.; Histology of Neurological Changes Following Cerebral Trauma. *Experimental Investigation. Neur. and Psych.*, 22; 926, 1929. 20) Muffer, Hans.; Zur Klinik u. Prognose der Commotio cerebri. *Bruns Beitr.*, 171; 362, 1940. 21) Otto Mayer; Mikrometrische Untersuchungen über die Zellendichtigkeit der Grosshirnrinde. *Leipzig, J. A. Barth*, 1909. 22) Rand, C. W. and Courville, C. W.; Histologic Studies of the Brain in Cases of Fatal Injury to the Head. *Arch. Neur. and Psych.*, 31; 527, 1934. 23) Riebling, Carl; Das Problem der Hirnschwellung. *Dtsch. Med. Wschr.*, 2; 1440, 1937. 24) Riessner u. Zülch; Über die Form-veränderung des Hirns. (Massenverschiebung, Zisternenquellung bei raumbeengten Prozessen) *Dtsch. Z. Chir.*, 253; 1, 1939. 25) Scheinker, I.; Histopathologie und Histogenese des Hirnödems und der Hirnschwellung bei Tumoren des Gehirns. *Dtsch. Z. f. Nervenheilk.*, 147; 137, 1938. 26) Sörgo, H.; Die Liquorveränderung beim raumbeengten Prozess des Gehirns mit besonderer Berücksichtigung der Liquorpassagestörungen. *Zbl. Neurochir.*, 5; 135, 1940. 27) Sugita, Naoki; Comparative Studies on the Growth of the Cerebral Cortex. *J. of Comparative Anatomy*, 28; 29, 1917-1918. 28) Vincent, C.; Brain Edema in Neurosurgery. *Proc. Roy. Soc. Med.*, 40; 689, 1947. 29) Weed, L. H. and Mc Kibben, P. S.; Pressure changes in the cerebrospinal fluid following intravenous injection of solution of various concentrations. *A. J. Physiol.*, 58; 53, 1921. 30) Winkelmann, N. W. and Eckel, J. L.; Brain Trauma. Histopathology during the Early stages. *Arch. Neur. and Psych.*, 31; 956, 1934. 31) Zülch; Morphologische Befunde bei Hirnschwellung. *Zbl. f. Neurochir.*, 4; 166, 1940.